

Inteligentní nabíječka Pb akumulátorů

Michal Slánský

Nabíječka je vybavena speciálním integrovaným obvodem UC3906, který dokáže kontrolovat stav baterie v každém nabíjecím cyklu. Proto se hodí pro nabíjení klasických olověných článků, tak i pro hermetické akumulátory. Díky speciálnímu řídicímu obvodu je konstrukce nabíječky jednoduchá při zachování optimálních vlastností.

Parametry / Technické údaje

- vstupní napětí 230V / 50Hz
- výstupní napětí pro akumulátor **12V (11,90V – 14,95V); 6V (5,97V – 7,42V)**
- tři fáze nabíjení (viz. **Tab. 1.**)
- indikace aktuálního stavu nabíjení (**1/1; 1/2; Current; Power**)
- ochrana proti přebití a zničení akumulátoru
- možnost trvalého připojení akumulátoru
- funkce automatického dobíjení a udržování náboje akumulátoru
- nabití na plný náboj akumulátoru
- nabíjení akumulátoru s kapacitou **1Ah – 55Ah** (testováno) – změna hodnoty **R2**
- kompaktní konstrukce, všechny součástky jsou umístěny na jediné DPS
- jednoduchá konstrukce díky použití **UC3906**
- možnost použít i do záložních zdrojů z hermetickými akumulátory
- možnost doplnit o ochranu proti přepólování akumulátoru
- minimální změnou součástek, lze upravit nabíječku na **6V** verzi (**R10, R11 a TR1**)

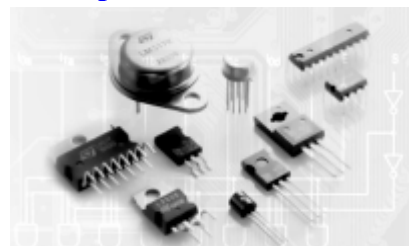
Popis konstrukce

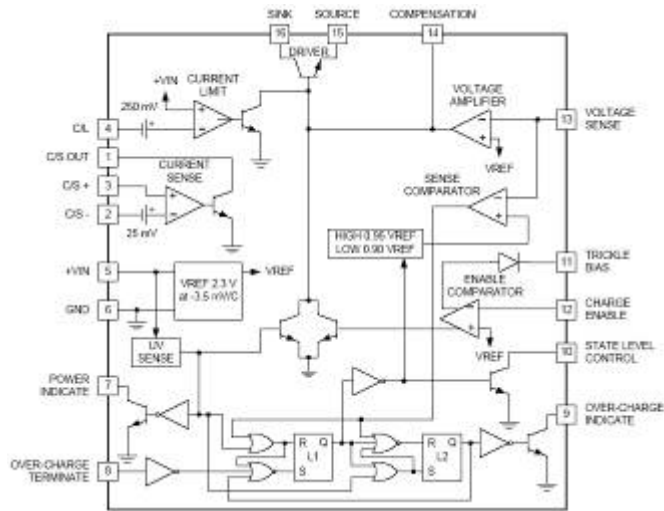
U klasické nabíječky není vyloučeno přebití a následné poškození akumulátoru. Optimální je použít k nabíjení i udržování provozu akumulátorů zdroj doplněný řídicími obvody, které automaticky volí správný režim pro každou fázi činnosti a každý okamžitý stav akumulátoru.

Některými firmami byli vyvinuty speciální integrované obvody, které splňují zmiňovaná kritéria. Jedním z nich je integrovaný obvod **UC 3906**, který je použit v této konstrukci nabíječky. Obvod vyrábí firma *Texas Instruments*, která se při vývoji tohoto obvodu zaměřila na optimální kontrolu kapacity a životnosti baterie. Obvod je umístěn v pouzdře DIL16. Vnitřně je obvod nastaven na tři režimy nabíjení. Tyto fáze budou popsány podrobně v následující kapitole a tabulce **Tab. 1.** Obvod dále obstarává kompletní kontrolu nabíjecího proudu a napětí, je také vybaven ochranou proti přebití akumulátoru. O stavu nabíjecího procesu nás informují čtyři LED (Q1-1/1, Q2-1/2, Q3-Current, Q4-Power).

Na **obr. 1.** je blokové schéma integrovaného obvodu **UC 3906** a na **obr. 2.** je popis vývodů. Pro pochopení zapojení jednotlivých vývodů integrovaného obvodu uvádím typické zapojení, které udává výrobce na **obr. 3.** Pro více informací lze získat kompletní DataSheet obvodu na webu výrobce integrovaného obvodu.

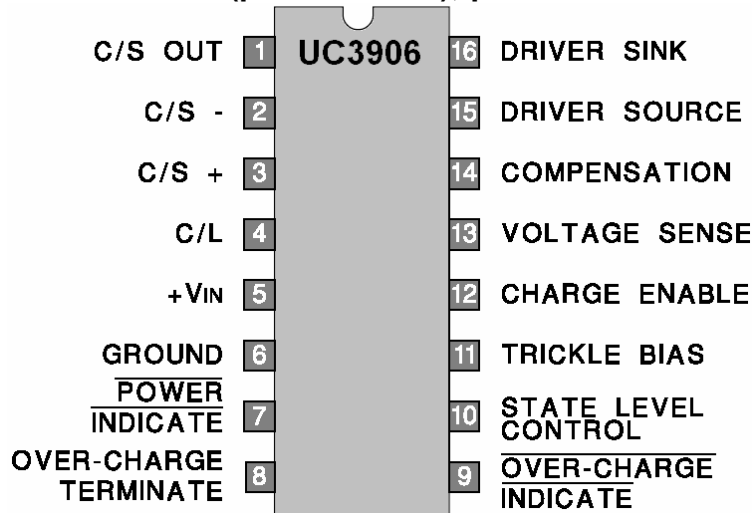
Adresa obvodu je: <http://www-s.ti.com/sc/psheets/slua115/slua115.pdf>



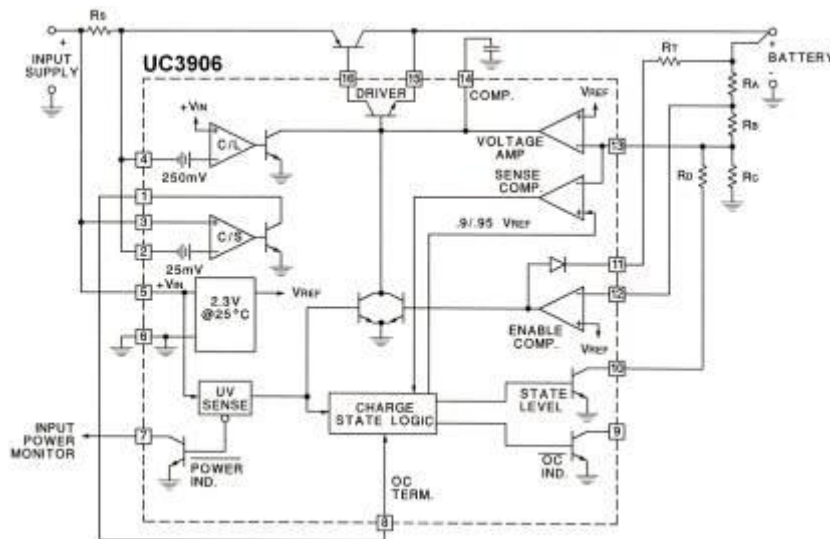


obr. 1 blokové schéma obvodu

DIL16 (pohled shora); pouzdro N



obr. 2 popis vývodů obvodu



obr. 3 typické zapojení výrobce obvodu UC3906

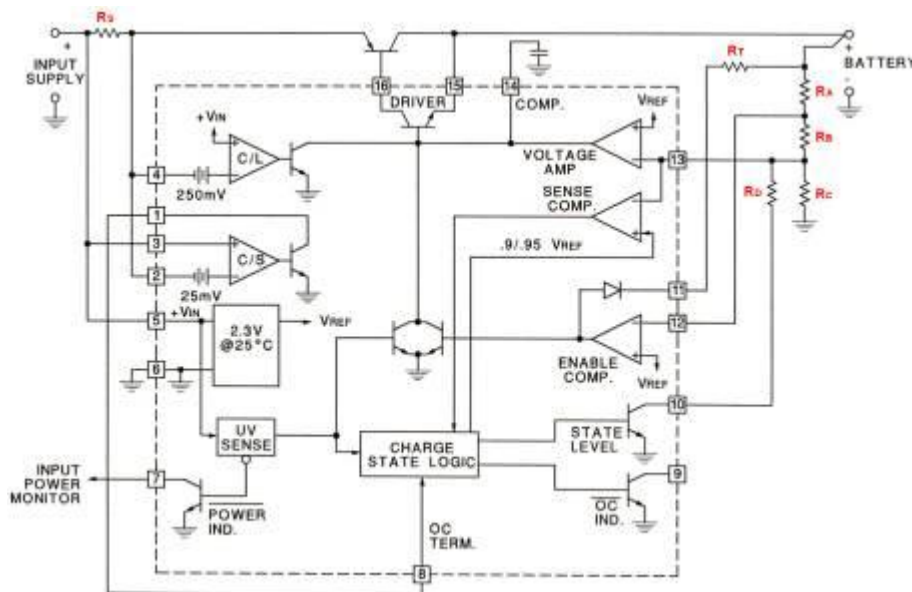
Obvod UC3906 a jeho funkce

- optimální kontrola maximální kapacity a životnosti baterie
- vnitřní nastavení na tři nabíjecí režimy
- precizně nastavená napěťová reference z vynikající teplotní stálostí
- kontrola napětí a proudu na výstupu z nabíječky
- typický odběr obvodu je pouze **1,6mA**
- integrovaný proudový monitor a kontrola výstupního napětí
- možnost externí teplotní kontroly pro nastavení napěťové reference obvodu
- maximální výstupní proud obvodu na vývodu (PIN16) je 25mA
- obvod kontroluje stav výstupu – zamezení poškození při zkratu a proudovém přetížení
- monitorovací výstupy (7 Power indicate, 8 Over-charger terminace, 9 Over-charger indicate, 10 State level control)

Základní parametry

- napájecí napětí (+V_{IN}) **max. 40V**
- napájecí proud (I_{NAP}) **1,8 – 2,7mA**
- výstupní proud (PIN16) **max. 25mA**
- ztrátový výkon (P_{MAX}) **1000mW**
- pracovní teplota **-55⁰C až +150⁰C**

Výpočet hodnot R_A, R_B, R_C, R_D, R_S, R_T a ostatních parametrů



- $I_D = 50\mu A$ až $100\mu A$
- $R_C = 2,3V / I_D$
- $R_A + R_B = R_{SUM} = (V_F - 2,3V) / I_D$
- $R_D = 2,3V \times R_{SUM} / (V_{OC} - V_F)$
- $R_A = (R_{SUM} + R_X) \times (1 - 2,3V / V_T)$
 $R_X = R_C \times R_D / (R_C + R_D)$
- $R_B = R_{SUM} - R_A$
- $R_S = 0,25V / I_{MAX}$
- $R_T = (V_{IN} - V_T - 2,5V) / I_T$
- $V_{12} = 0,95 \times V_{OC}$
- $V_{31} = 0,90 \times V_F$
- $I_{OCT} = I_{MAX} / 10$
- $V_{12} = 0,95 \times V_{REF} \times [1 + (R_A / R_C) + (R_A / R_D)]$
- $V_F = V_{REF} \times [1 + (R_A / R_C)]$
- $V_{21} = 0,9 \times V_F$
- **$I_{MAX} = 0,25V / R_{SM}$**
- $I_H = 0,25V / R_{SH}$

Popis jednotlivých fází nabíjení

V **první fázi** je akumulátor nabíjen zmenšeným a plným proudem na 95% maximálního nabíjecího napětí.

Nabíjecí proces začíná přezkoušením akumulátoru a počátečním nabitím hluboce vybitých článků. Akumulátor se nabíjí malým proudem (30mA) až do okamžiku, kdy dosáhne napětí na jeho svorkách určité minimální úrovně U_1 , odpovídající napětí 2V na článek. Pokud jsou v akumulátoru některé články vadné, napětí akumulátoru nedosáhne potřebné velikosti a nabíjení nemůže pokračovat. Pokud jsou všechny články akumulátoru v pořádku, je akumulátor od tohoto minimálního napětí U_1 nabíjen stálým proudem I_{MAX} až po dosažení 95% maximálního napětí U_2 . Číselná hodnota tohoto stálého proudu (v ampérech) má být rovna jedné desetíně jmenovité kapacity akumulátoru (v ampérhodinách). V případě menšího nabíjecího proudu trvá nabíjení déle, je však šetrnější k baterii. Nabíječka pracuje ve třídě A – nabíjení *konstantním proudem*.

Druhou fázi nabíjecího procesu je *nabíjení při konstantním napětí*. Jedná se o nabíječku pracující ve třídě B. Na jejím začátku se napětí na svorkách akumulátoru poněkud zvýší (z U_2 na maximální napětí U_3) – na úroveň odpovídající napětí 2,3V až 2,5V na článek. Jakmile napětí na svorkách akumulátoru dosáhne této úrovně, začne nabíječka pracovat jako zdroj stálého napětí U_3 . Nabíjecí proud se začne zmenšovat a v okamžiku, kdy dosáhne jedné desetiny maximálního nabíjecího proudu, je nabíjení ukončeno a začíná další fáze nabíjení.

Ve **třetí fázi** se vyrovnává samovolné vybíjení. Samovolné vybíjení je způsobeno konstrukcí a technickými možnostmi především u automobilových článků. Dochází k němu také při extrémních teplotách, jako v zimním období kdy je baterie zatěžována teplotou hluboko pod bodem mrazu. Při něm se zmenšuje napětí na svorkách akumulátoru z úrovně U_3 směrem k nule. Jakmile klesne pod určitou mez U_4 , začne se akumulátor dobíjet proudem stejně velkým, jako je vybíjecí proud a na akumulátoru je udržováno konstantní napětí U_5 .

Při připojení zátěže, odebírající z akumulátoru proud větší, než je maximální nabíjecí proud, začne klesat napětí na akumulátoru až do určité úrovně U_6 – ta odpovídá 90% udržovacího napětí U_4 akumulátoru, tedy 2,07V na článek. Při této úrovni přejde nabíječka do první fáze činnosti, ve které případně odpadne formování a začne opětovné nabíjení akumulátoru.

Fáze nabíjení akumulátoru

Tab. 1.

1. fáze	typ A; nabíjení konst. proudem	<ul style="list-style-type: none">• test akumulátoru• nabíjení konstantním proudem 30mA do dosažení minimální úrovně napětí U_1• od dosažení U_1 je akumulátor nabíjen maximálním proudem na I_{MAX} na 95% U_2 ($I_{MAX}=1/10 Q$ Aku)
2. fáze	typ B; nabíjení konst. napětím	<ul style="list-style-type: none">• nabíjení konstantním napětím• napětí akumulátoru se zvýší z U_2 na U_3• po dosažení napětí U_3 se začne zmenšovat nabíjecí proud, po dosažení $1/10 I_{MAX}$ přechází nab. do další fáze
3. fáze	udržovací nabíjení	<ul style="list-style-type: none">• vyrovnávání samovolného vybíjení• napětí na svorkách klesá z U_3 k nule• jakmile napětí poklesne pod U_4 začne se dobíjet akumulátor stejným proudem, jako je vybíjecí proud• dále je pak udržován akumulátor na napěťové úrovni U_5• pokud napětí U_5 poklesne pod úroveň U_5 vrací se nabíječka zpět do první fáze bez otestování akumulátoru

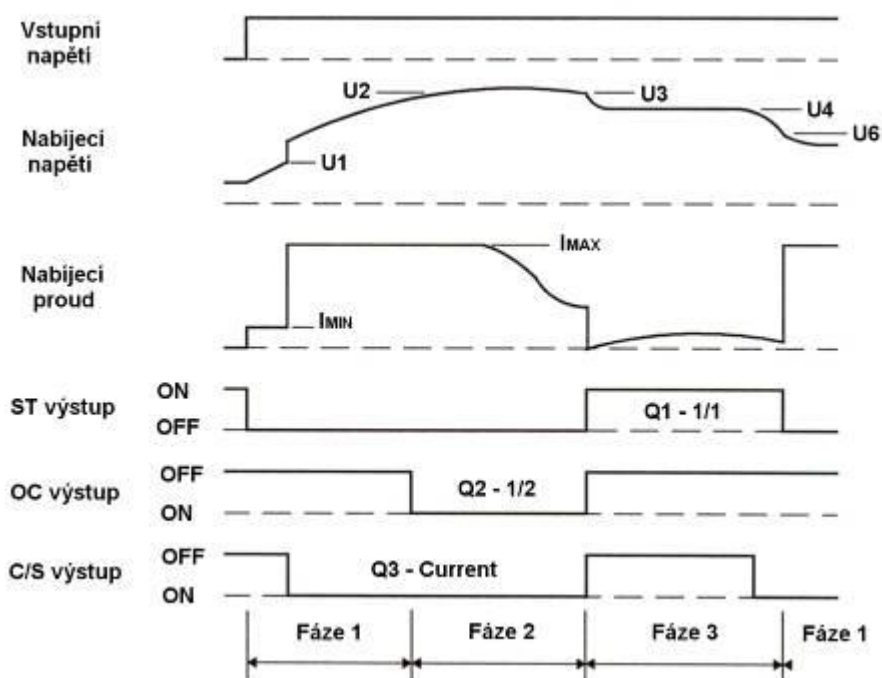
Úrovně napětí charakterizující změny režimu nabíječky

Tab. 2.

12V akumulátor			6V akumulátor		
	Jmenovité	Skutečné		Jmenovité	Skutečné
U ₁	12,00V	11,90V	U ₁	6,00V	5,97V
U ₂	14,25V	14,40V	U ₂	7,12V	7,05V
U ₃	15,00V	14,95V	U ₃	7,50V	7,42V
U ₄	13,80V	13,67V	U ₄	6,90V	6,90V
U ₅	13,80V	13,67V	U ₅	6,90V	6,90V
U ₆	12,42V	12,30V	U ₆	6,21V	6,21V

Na následujících křivkách je vykreslen průběh napětí a proudu na výstupu z nabíječky při jednotlivých fázích nabíjení. Dále je zde zakreslena změna výstupů IO (UC3906) pro indikaci (ST – 1/1; OC – 1/2; C/S – Current). **obr. 4.**

Je zde dobře patrné kdy dochází ke změně stavu výstupů integrovaného obvodu.



obr. 4 křivky U a I v jednotlivých fázích + popis stavů výstupů IO

Popis konstrukce

Základem nabíječky je řídicí obvod IO1 typu UC3906. Rezistory R10 – R15 byly vypočítány tak, aby charakteristické veličiny nabíječky (U₁, U₂, ..., U₆) měli správnou velikost. Požadované a skutečné dosažené hodnoty těchto veličin jsou uvedeny v tabulce **Tab. 2.** V tabulce **Tab. 2.** je také sloupec napětí pro 6V akumulátor. Použití těchto akumulátorů již není tak časté, tak popis neuvádím. V případě, že by byl zájem o konstrukci 6V nabíječky, tak nastavení obvodu provedeme změnou hodnoty odporů R10 a R11.

Pro 6V nabíječku nahradíme rezistor R10 drátovou propojkou a rezistor R11 změním na hodnotu 2k2Ω. Dále je nutné, aby nedocházelo k obrovským ztrátám na výkonových prvcích snížit napětí na sekundárním vinutí transformátoru TR1 z 18V na 9V. Proud procházející vinutím zůstane stejný podle nabíjecího proudu určeného odporem R2.

Napájecí zdroj je tvořen síťovým transformátorem **TR1** do DPS v zalitém provedení, můstkovým usměrňovačem **BR1** zapojeným jako Graetzův můstek a filtračním kondenzátorem **C1**. Pak je zařazen odrušovací keramický kondenzátor **C2**. Rezistor **R1** vybíjí kondenzátor po vypnutí ze sítě. Následuje rezistor **R2** výkonového typu pro zatížení 5W, který slouží jako snímač proudu pro **IO1** a výkonový prvek **T1** (TIP147), který zajišťuje veškerou regulaci napětí a proudu. Rezistory **R10-R15** slouží jako snímač napětí jednotlivých fází nabíjení a akumulátoru. Dále jsou v obvodu připojeny 4 LED (**Q1-Q4**), jako indikátory stavu nabíječky (1/1; 1/2; Current, Power). Hlavní částí přístroje je řídicí obvod **UC3906** umístěný v precizní patici **DIL16**. Nabíječka je na výstupu chráněna rychlou tavnou pojistkou. V případě, že chceme ochránit nabíječku před špatně připojeným akumulátorem, je možno na výstup před pojistku **F2** zapojit anti-paralelně rychlou diodu, která zajistí přepálení pojistky a odpojení akumulátoru.

Maximální nabíjecí proud, který je závislý na jmenovité (ampérhodinové) kapacitě akumulátoru by bylo nejjednodušší přepínat změnou odporu bočnicku **R2**. Z tohoto odporu se odebrá napětí pro zesilovač v **IO1**, který řídí nabíjecí proud (vývody 4 a 5 IO1). Pokud je rezistor **R2** připojen přímo k těmto vývodům, byl by jeho odpor v závislosti na požadovaném maximálním nabíjecím proudu I_{MAX} určen vztahem $R2=0,25/I_{MAX}$. Pro I_{MAX} volitelný v rozmezí 0,1A až 5,5A by vycházeli hodnoty **R2** v rozmezí 2,5Ω až 0,05Ω. V následující tabulce **Tab. 3.** jsou uvedeny typické hodnoty odporu **R2**, nabíjecí proudy a jmenovitá kapacita akumulátoru.

Celá konstrukce je dimenzována pro maximální nabíjecí proud 5,5A. Na vyšší nabíjecí proudy je nutné změnit součástky **BR1**, **C1**, **R2** a **T3** za výkonnější typy. Pečlivě především musíme vybírat tranzistor **T3**. Dále se musíme vyvarovat příliš velkého vstupního střídavého napětí z transformátoru. Jako maximální napětí můžeme považovat **18VAC**. Při tomto napětí vznikají na tranzistoru ztráty 20W při nabíjecích proudech 5A. Teplota chladičů vzroste na zhruba na 75°C. Pro vyšší nabíjecí proudy je nutná změna chladiče z nižším teplotním odporem. Desku plošných spojů není nutné obměňovat, díky zesíleným spojům, tloušťce měděné fólie 35μm a pocínování.

Desku plošných spojů jsem si nechal zhotovit u firmy **Semach**. Firma mi zajistila výrobu do 10-ti dnů ve špičkové kvalitě včetně galvanického pokovení (HAL) a servisního potisku.

Typické hodnoty odporu R2

Tab. 3.

Kapacita (Ah)	Proud I_{MAX}	Hodnota R2 Ω	Kapacita (Ah)	Proud I_{MAX}	Hodnota R2 Ω
1	0,1	2,5	16	1,6	0,16
2	0,2	1,25	18	1,8	0,14
4	0,4	0,62	20	2,0	0,12
6	0,6	0,42	25	2,5	0,10
8	0,8	0,31	36	3,6	0,07
10	1,0	0,25	40	4,0	0,06
12	1,2	0,21	45	4,5	0,05
14	1,4	0,18	55	5,5	0,04

Hodnoty označené **červeně** jsou charakteristické pro tuto konstrukci nabíječky.

Hodnota rezistoru **R2** použitá v této konstrukci je 0,15Ω. To znamená, že výstupní proud je roven 1,67A. Proud se může lišit 5% tolerancí rezistoru **R2**.

Blokové schéma nabíječky (obr. 5.)

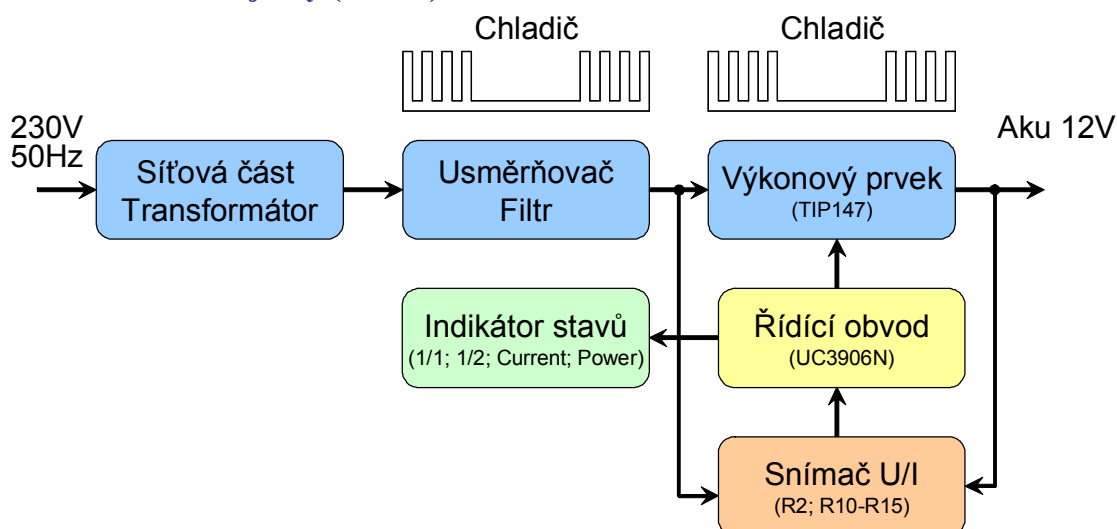
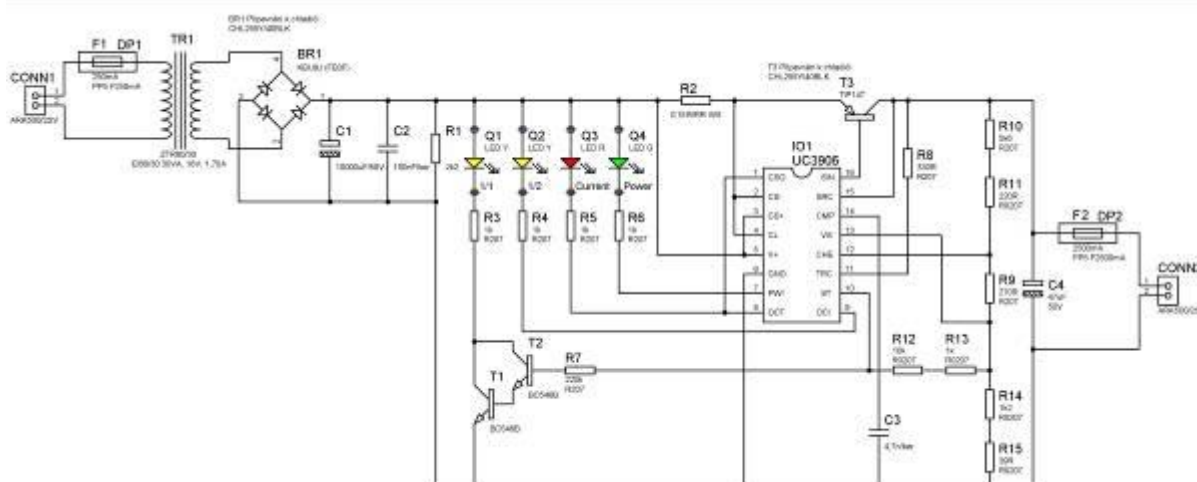


Schéma zapojení nabíječky (obr. 6.)



Sestavení nabíječky akumulátorů

Všechny součástky jsou umístěny na jedné desce. Kabely jsou k desce plošných spojů připojeny pomocí svorkovnic do DPS. Výkonové obvody jsou vyvedeny na svorkovnice typu **ARK500/2SV** (10A), indikační obvody na konektor **PFH02-08P**. Pro kompaktnost konstrukce je nabíječka tvořena jedinou DPS, na které je umístěn i síťový transformátor a výkonné prvky (diody, tranzistory) na chladiči. Pro větší nabíjecí proudy je vhodné DPS pokovit v cínové lázni pro větší proudové zatížení. Také je možno desku postříbřit v stříbrící lázni (cca. 2x dražší).

Při sestavení nejprve osadíme patici **DIL16** pro **IO1**, do které ovšem obvod **UC3906** zasadíme až po kompletním osazení DPS, dále pak drobné součástky, jako jsou rezistory, kondenzátory, po té postupně osazujeme většími prvky. Jako poslední osadíme transformátor a chladiče výkonových prvků. Po osazení a zapájení součástek zkontrolujeme DPS na výskyt zkratů a cínových můstků. Po té ošetříme desku plošných spojů a zalakujeme ochranným lakem proti korozi. Jestliže je vše v pořádku umístíme desku do vhodné krabičky.

V mém případě jsem použil plastovou krabičku **UK15** (235x92x218mm) z větracími otvory v horním a dolním dílu. Kdo by měl zájem o spolehlivější chlazení přístroje, tak může nabíječku doplnit o ventilátor, který bude ofukovat žebra chladičů a tím zlepšit tepelnou výměnu, pro nižší nabíjecí proudy není nutné. Navíc ventilátor zanášá do přístroje spoustu prachu, kterému lze zamezit ovšem prachovými filtry.

Chladiče a výkonové prvky byly navrženy tak, aby předcházeli zbytečnému tepelnému přetížení. Transformátor a chladiče je vhodné k DPS připevnit šrouby, aby nedocházelo k přetěžování vývodů součástek. Na DPS je na upevnění pamatováno a jsou označeny i vrtací otvory. Všechny výkonové prvky jsou umístěny k chladičům šrouby **M4 x 10mm**. Aby byl transformátor dostatečně fixován k DPS je také přišroubován šrouby **M4 x 10mm**. Pro upevnění DPS do krabičky je vhodné umístit DPS na distanční podložky.

Význam jednotlivých LED

Tab. 4.

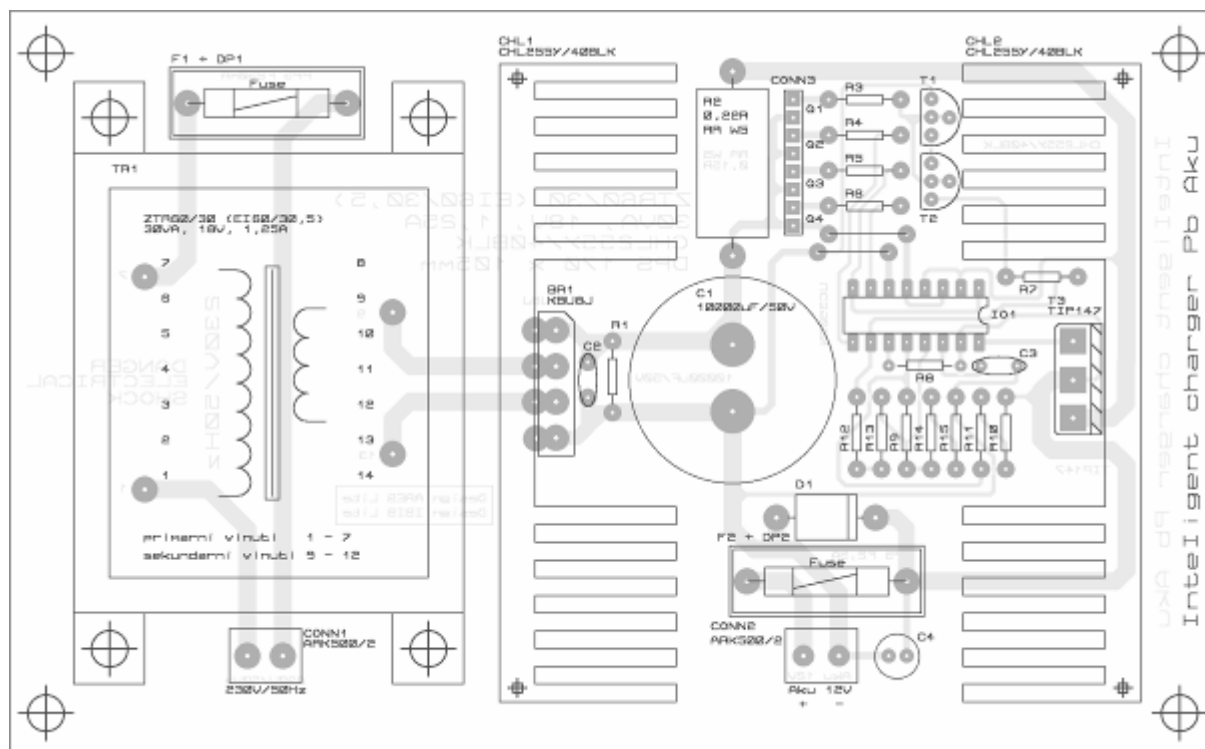
Q1	1/1	●	Při poklesu I pod 10mA se rozsvítí LED Q1 a Q2 zhasne
Q2	1/2	●	Při dosažení U_2 se rozsvítí
Q3	Current	●	Rozsvítí se při dosažení U_1 a proud I vzroste na 100mA
Q4	Power	●	Svítlí stále při zapnutí přístroje

Při zapnutí se rozsvítí LED **Q4** (Power) a svítí stále. Při dosažení napětí U_1 se rozsvítí **Q3** (Current) a I se zvětší na 100mA. Při dosažení U_2 se rozsvítí další LED **Q2** (1/2). Po dosažení U_3 začne klesat proud. Při poklesu proudu na asi 10mA se proud I přeruší, zhasne LED **Q2** a rozsvítí se **Q1** (1/1).

Oživení přístroje (nabíječky)

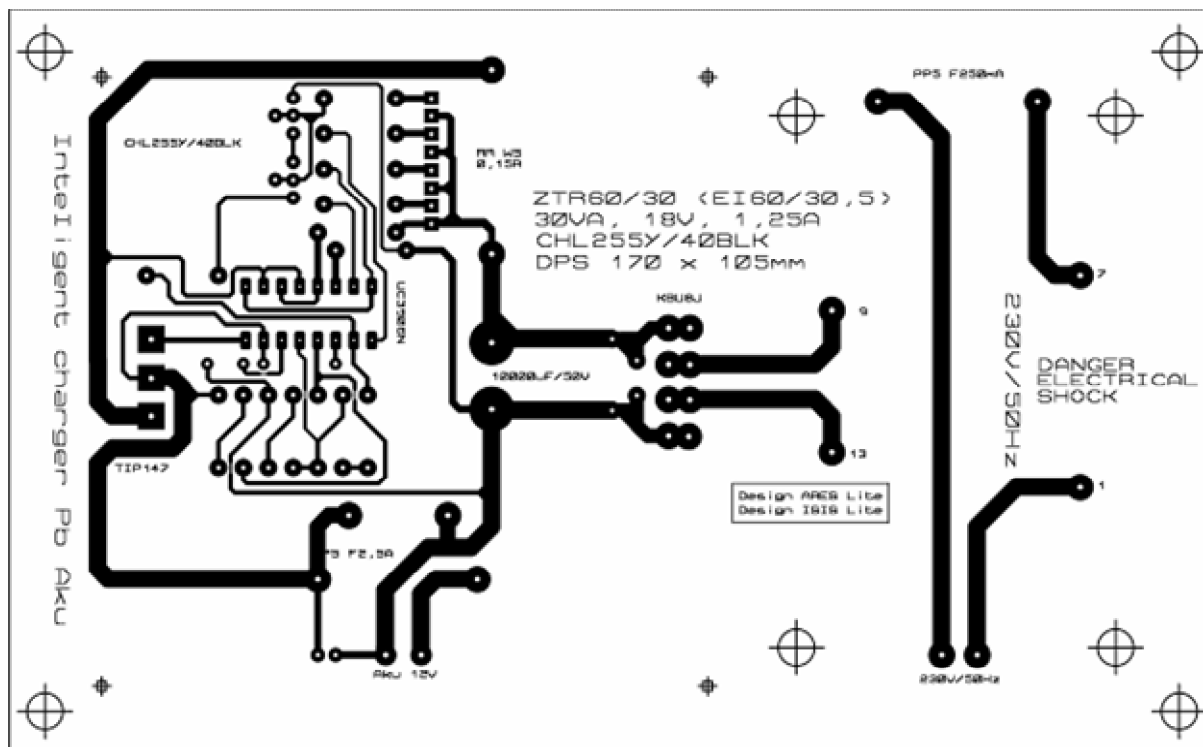
Nabíječku není potřeba nijak oživovat, všechny parametry obvodu jsou nastaveny napevno rezistory **R10-R15**. Pouze zkontrolujeme vizuálně při připojení akumulátoru LED (**Q1-Q4**).

Návrh desky plošných spojů



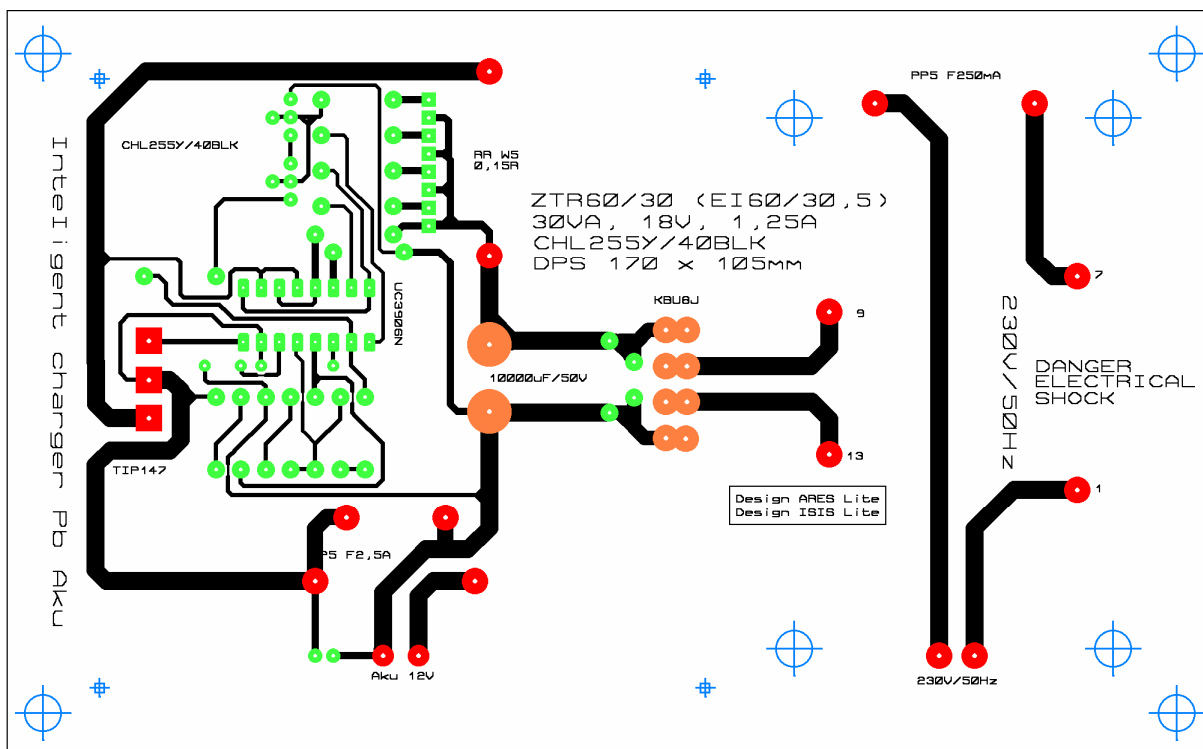
pohled ze strany součástek (obr. 7.)

Na **obr. 7.** je pohled na desku plošných spojů ze strany součástek, tento obrázek je možno použít jako osazovací plán pro sestavení nabíječky.



pohled ze strany spojů (obr.8.)

Na obr. 8. je pohled na desku plošných spojů ze strany spojů



pohled ze strany spojů – vrtací otvory (obr.9.)

Na obr. 9. je pohled na desku plošných spojů ze strany spojů. Kde jsou vyznačeny vrtací otvory. **Zeleně** jsou otvory o průměru 0,85-1,00mm, **červeně** otvory o průměru min.1,20mm a **oranžově** otvory o průměru 1,50mm a více. **Modře** jsou označeny otvory pro uchycení chladičů, transformátoru a DPS do krabičky. Otvory dle použitých šroubů, v mém případě Ø 3mm pro šrouby M3.

Závěr

Popisovaná nabíječka představuje kvalitativní skok v péči o olovený akumulátor. Nabíječka může být trvale připojena k akumulátoru, aniž by se poškodil, proto je vhodný i pro záložní zdroje z hermetickými akumulátory, stejně tak v zimmím provozu pro oživení baterie.

Nabíječka je vhodná i pro nabíjení velkých automobilových akumulátorů s jmenovitou kapacitou větší jak 25Ah (testováno do 55Ah). Nabíjení sice trvá déle, je však šetrnější a akumulátor se vždy nabije na plný náboj. Nabíječka nás vždy informuje v jakém stavu je akumulátor pomocí LED. Díky kompaktní konstrukci je montáž jednoduchá.

Náhled na zhotovený přístroj je na **obr. 19. až 22.**

Seznam součástek

Rezistory

1x	2k2Ω	R0207
5x	1kΩ	R0207
1x	220kΩ	R0207
1x	330Ω	R0207
1x	270Ω	R0207
1x	5k6Ω	R0207
1x	220Ω	R0207
1x	10kΩ	R0207
1x	1k2Ω	R0207
1x	39Ω	R0207
1x	0,15Ω	KR112 RR W5

Kondenzátory

1x	10000μF/50V	ELRA
1x	47 μF/50V	ELRA
1x	100nF/50V	keramický
1x	4,7nF/50V	keramický

Polovodiče

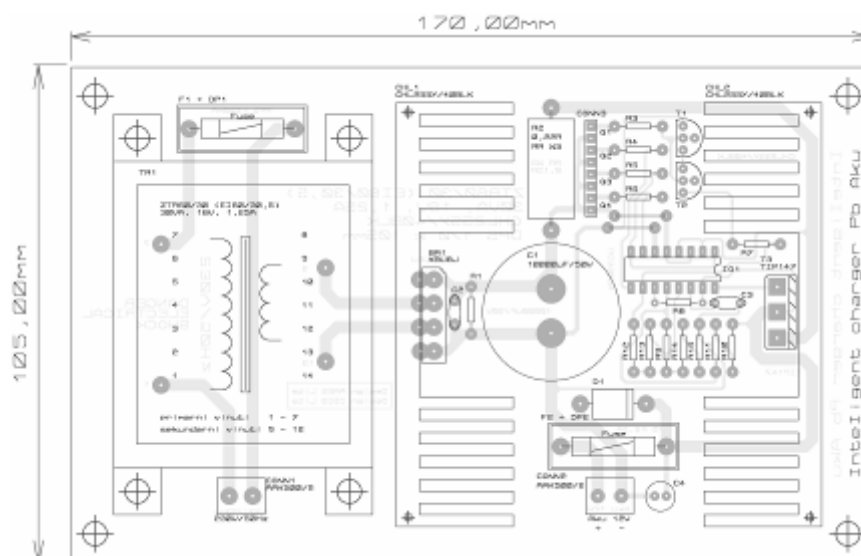
1x	KBU8J	FB3F	diodový můstek 8A (KBU806)
2x	BC546B	TO92	tranzistor NPN (65V; 0,2A)
1x	TIP147	SOT93	darlington tranzistor PNP (100V; 10A; 125W)
1x	UC3906N	DIL16	obvod nabíjení DIL16
1x	L53GT	LED	LED 5mmØ, difusní (zelená)
1x	L53ID	LED	LED 5mmØ, difusní (červená)
2x	L53YT	LED	LED 5mmØ, difusní (žlutá)

Ostatní

2x	DRAT 0,8	drátová propojka 65mm
4x	DL5 1D	držák pro LED jednodílný, plastový, černý
1x	PSH02-08P	vidlice přímá 8 pinů, pro PFH02-08P
1x	PFH02-08P	zásuvka 8 pinů, pro PSH02-08X
8x	PFF02-01F	kontakty pro PFH02
2x	ARK500/2SV	svorkovnice do plošných spojů
1x	BTH BLK	svorka přístrojová, černá, 10A
1x	BTH RED	svorka přístrojová, červená, 10A
1x	BAN03 BLK	banánek přístrojový, černý
1x	BAN03 RED	banánek přístrojový, červený
1x	KR06 BLK	krokosvorka na autobaterii, izolovaná, černá
1x	KR06 RED	krokosvorka na autobaterii, izolovaná, červená
1x	UK15P	krabička, 2 čela, 4 nožky, větrací otvory, 4 šrouby
2x	CHL255Y/40BLK	chladič 90x25x40, černěný
2x	PP5 F250mA	pojistka rychlá 5x20mm, 250mA
2x	PP5 F2,5A	pojistka rychlá 5x20mm, 2,5A
2x	DP02P	držák pojistky do DPS
2x	DP02 KRYT	kryt držáku pojistky
1x	PAT 16 DIL PR	precizní patice pro DIL16
1x	EURO12 V J vidlice	EURO vidlice na panel (230V, 10A)
1x	ZTR 60/30 1x18V	transformátor 1x18V/30VA, do DPS, plastový (zalitý)
1x	PMLY 8 x 0,15	0,5m; plochý kabel, barevný pro PFH02-0...

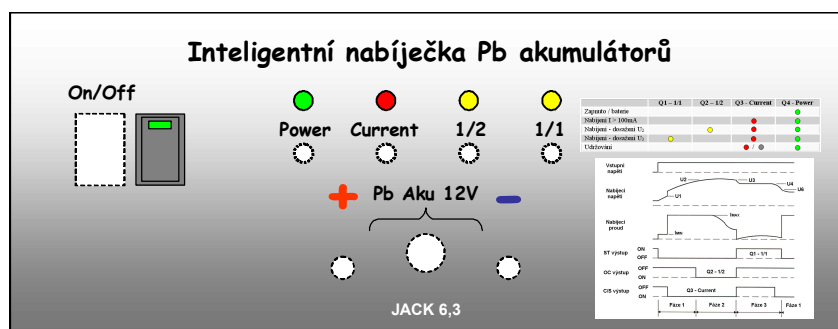
Seznam a typy součástek vychází z katalogu firmy **EZK 2005/2006** (Olomouc).

Rozměry desky plošných spojů (obr. 10.)

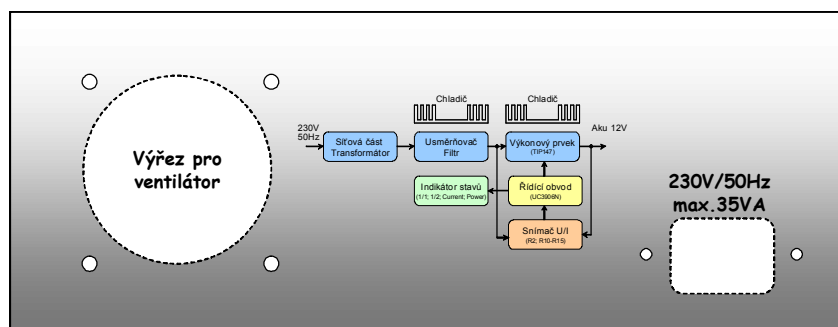


Deska má rozměry **170 x 105mm**, je vyrobena s materiálu **FR4 (1,5mm)** a je plátována mědí o síle **35µm**. Deska je povrchově upravena nanesením cínové vrstvy pro proudové posílení a lepší pájení při sestavení. Pro montáž je na vrchní straně nanesen servisní potisk. Uspadňuje osazení desky plošných spojů. Náhled na zhotovenou desku je na **obr. 17. a 18.**

Návrh předního a zadního panelu přístroje (orientační)



Přední panel přístroje (obr. 11.)



Zadní panel přístroje (obr. 12.)

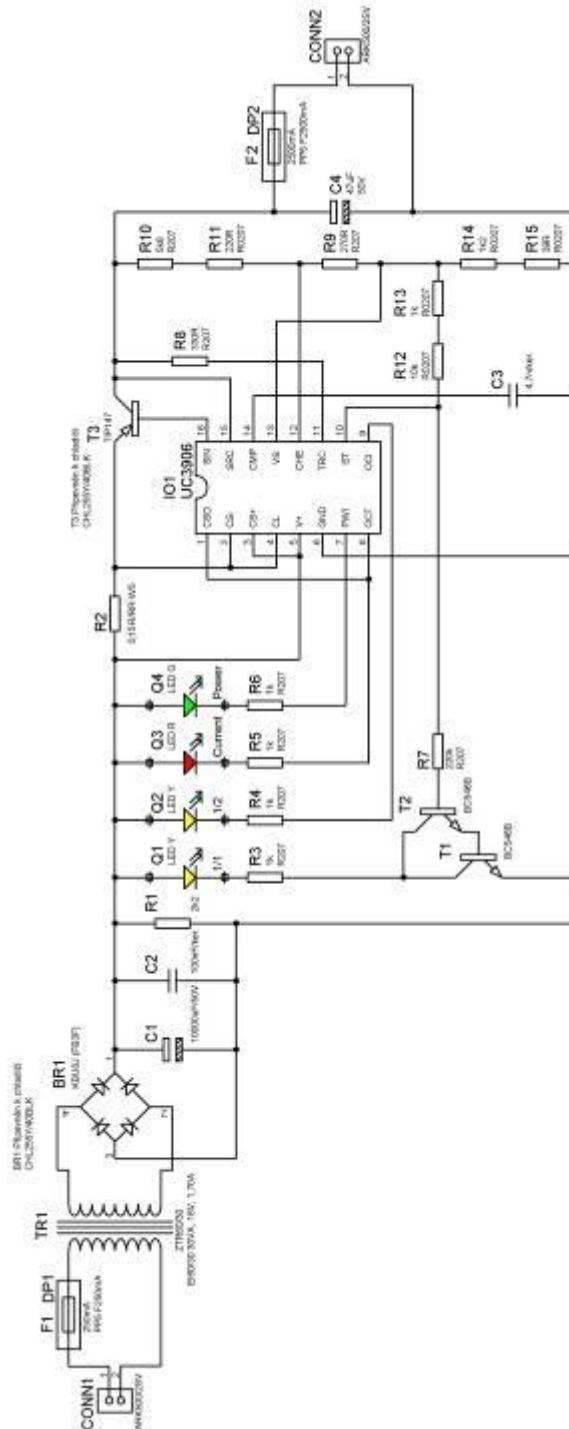
Rozměry předního panelu u krabičky **UK15P** jsou **223x86mm** a rozměry krabičky jsou **235x92x218mm**. Otvary pro výřezání jsou označeny bílou barvou a jsou ohraničeny čárkovanou čarou. Přední panel jsem zhotovil natištěním barevné předlohy na speciální fólii do inkoustových tiskáren s rozlišením 4800dpi. Pod tuto fólii jsem podložil bílý papír a takto spojil a vsadil do čelního a zadního panelu.

Indikace LED při jednotlivých fázích nabíjení akumulátoru

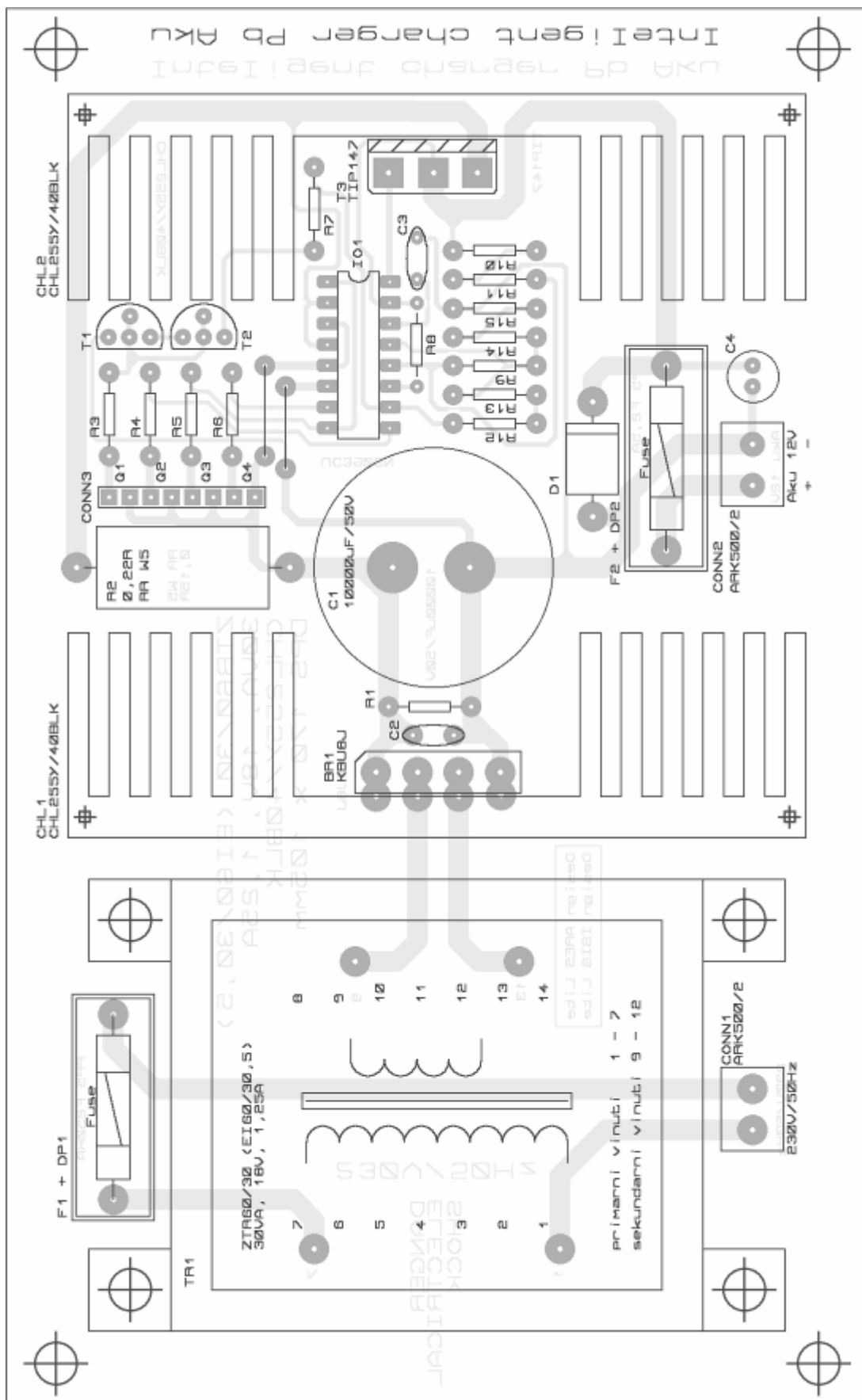
Tab. 5.

	Q1 – 1/1	Q2 – 1/2	Q3 – Current	Q4 – Power
Zapnuto / baterie				●
Nabíjení I > 100mA			●	●
Nabíjení – dosažení U ₂		●	●	●
Nabíjení – dosažení U ₃	●		●	●
Udržování			● / ●	●

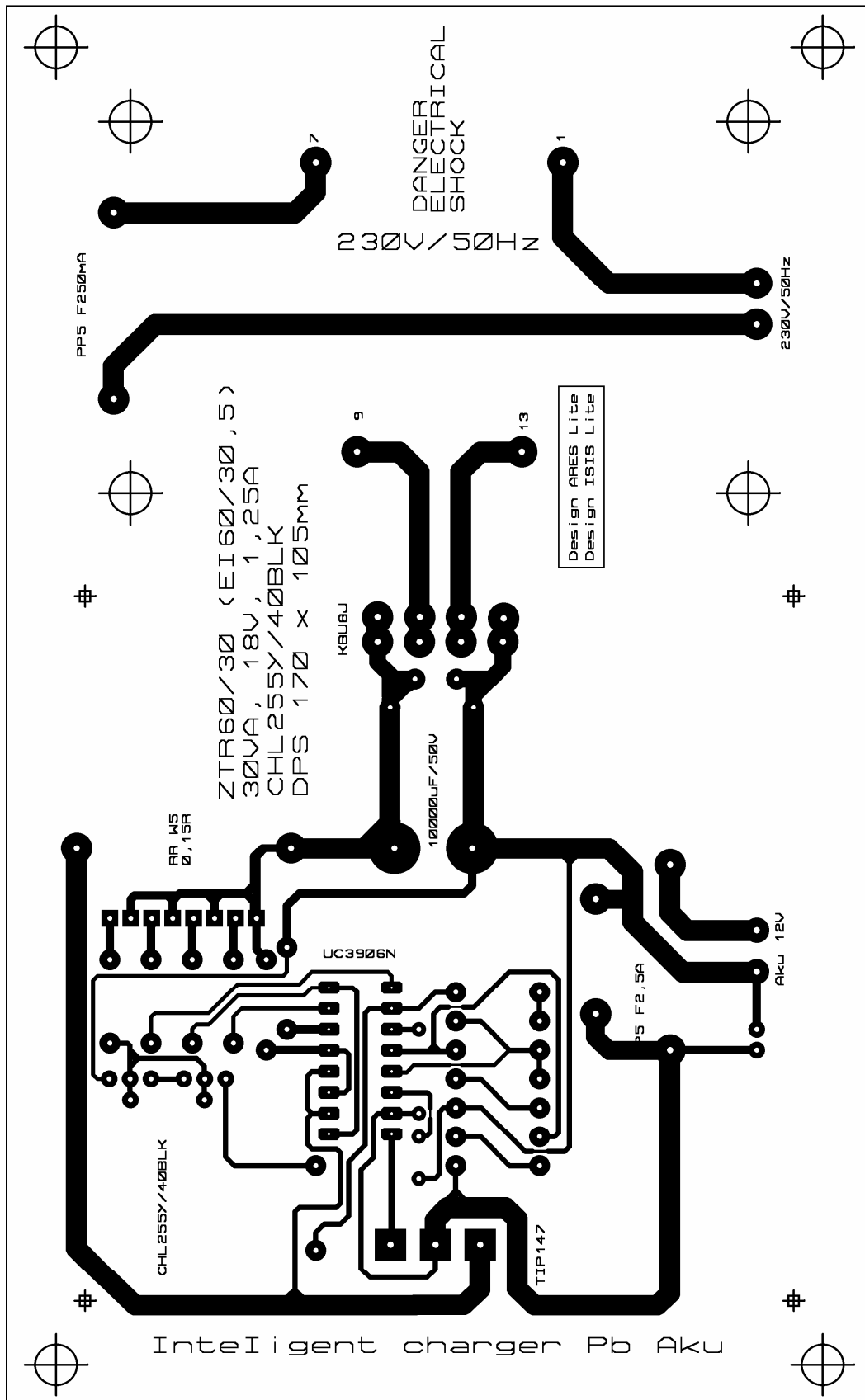
Schéma nabíječky – 300dpi (obr. 13.)



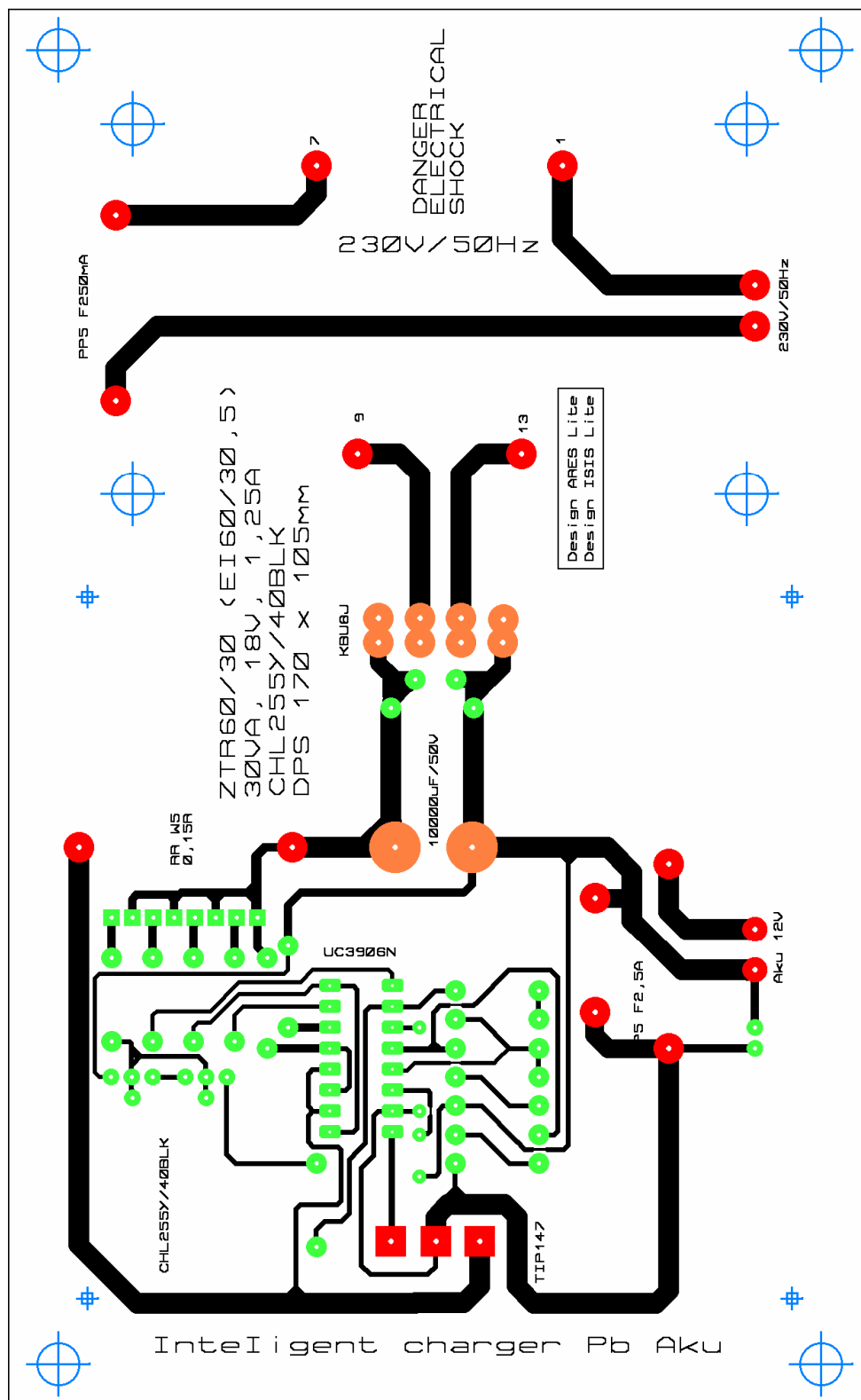
Osazení DPS – 300dpi (obr. 14.)



Návrh DPS – 600dpi (obr. 15.)



Vrtací otvory - 300dpi (obr. 16.)

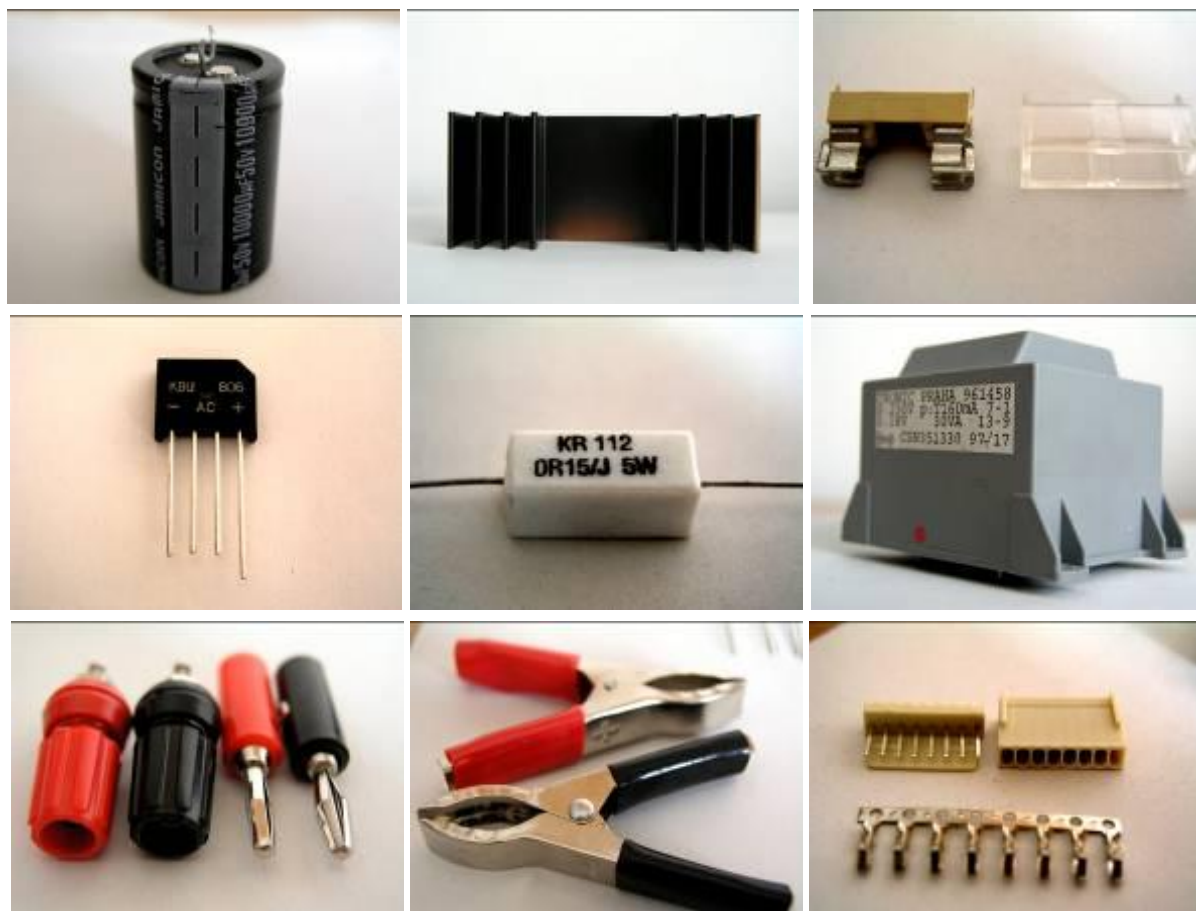


Na obr. 16. je pohled na desku plošných spojů ze strany spojů. Kde jsou vyznačeny vrtací otvory. **Zeleně** jsou otvory o průměru 0,85-1,00mm, **červeně** otvory o průměru min.1,20mm a **oranžově** otvory o průměru 1,50mm a více. **Modře** jsou označeny otvory pro uchycení chladičů, transformátoru a DPS do krabičky. Otvory dle použitých šroubů, v mém případě Ø 3mm pro šrouby M3.

Fotografie konstrukčních prvků

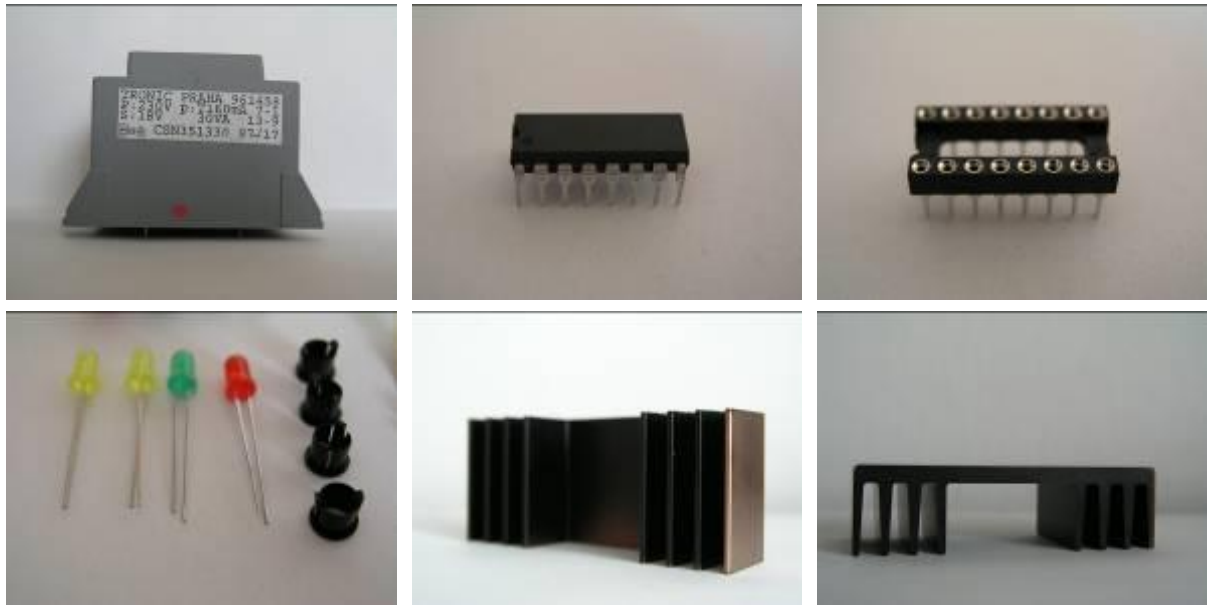


Krabička **UK15** (235x92x218mm)



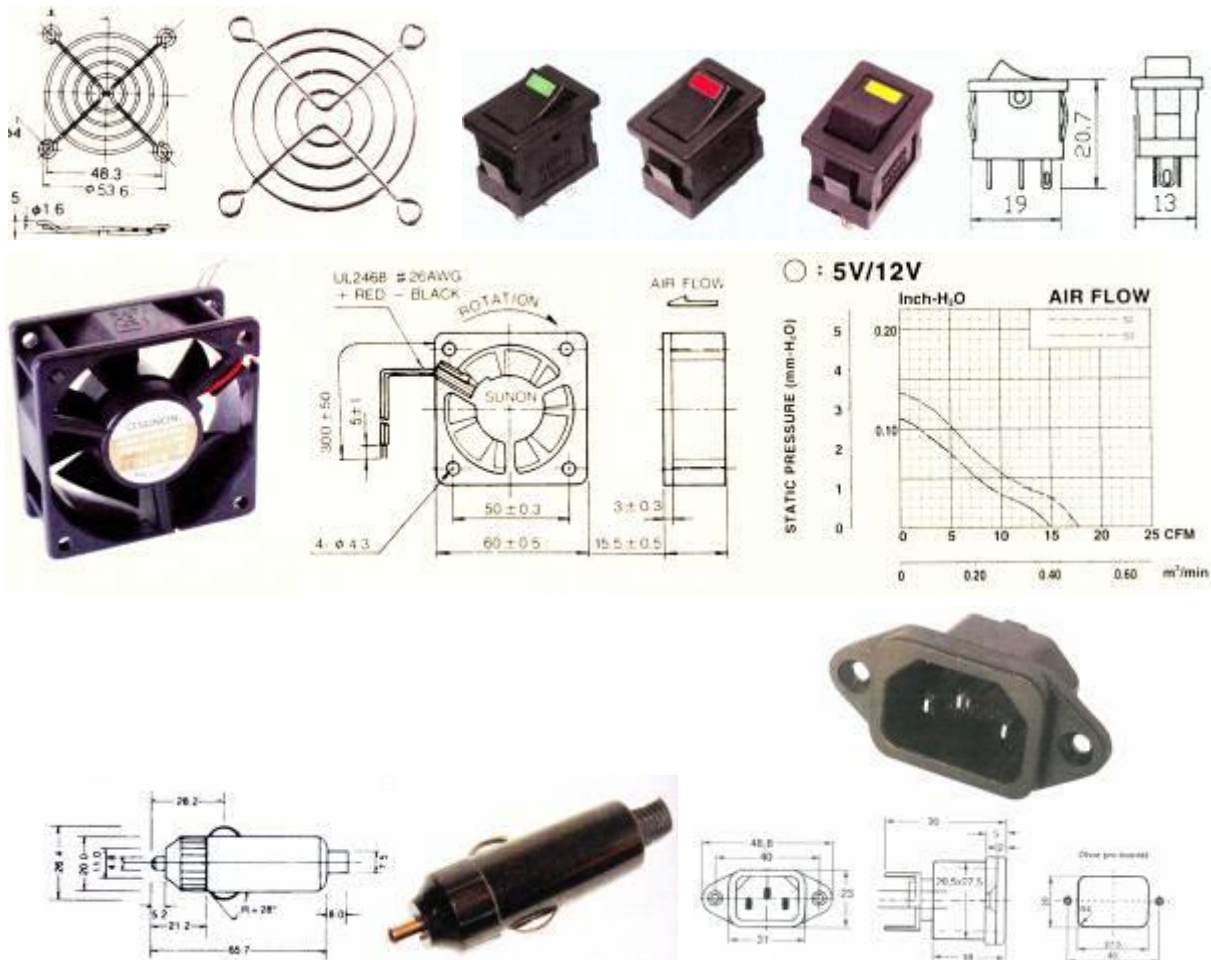
Fotografie konstrukčních prvků (kondenzátor, chladič, diodový můstek, transformátor,...)

Fotografie konstrukčních prvků

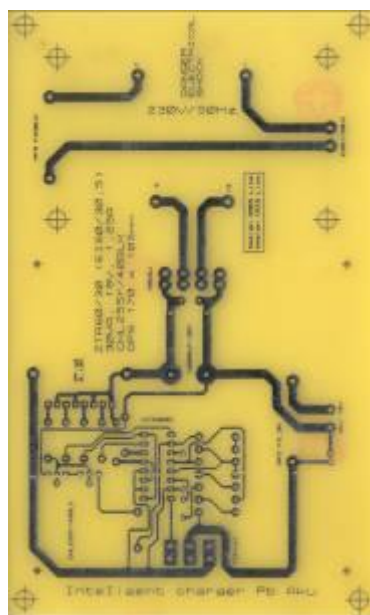
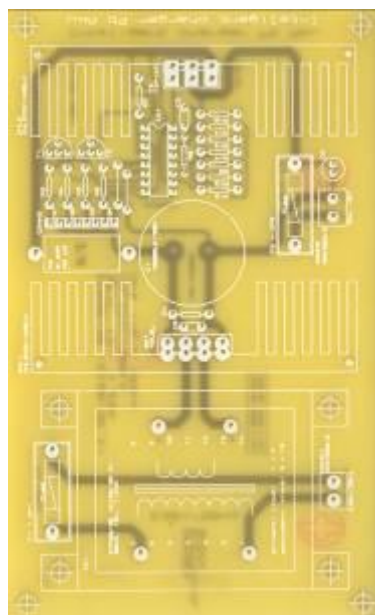


Fotografie konstrukčních prvků (transformátor, chladič, LED, UC3906N)

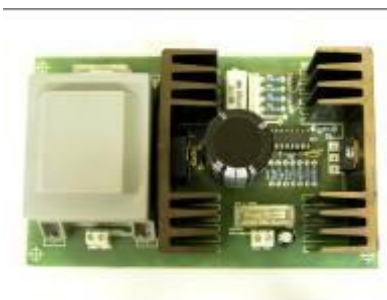
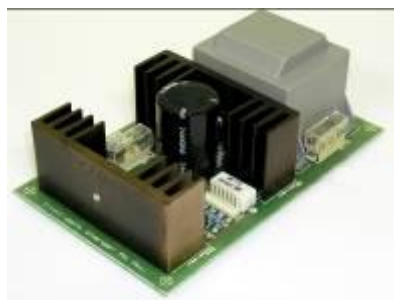
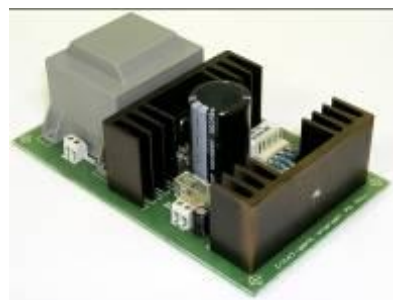
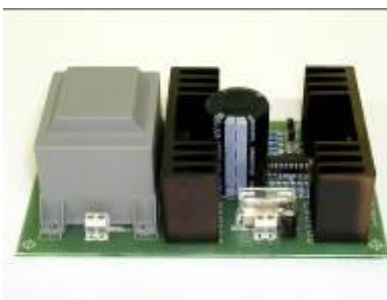
Ostatní konstrukční prvky



Fotografie vyrobené DPS /TOP, BOTOM/ (obr. 17. a 18.)



Fotografie osazené DPS (obr. 19. až 27.)



Fotografie osazené DPS (různé pohledy)

Fotografie sestaveného přístroje (obr. 28. až 42.)



Fotografie sestaveného přístroje (různé pohledy)

Fotografie sestaveného přístroje (obr. 43. až 56.)

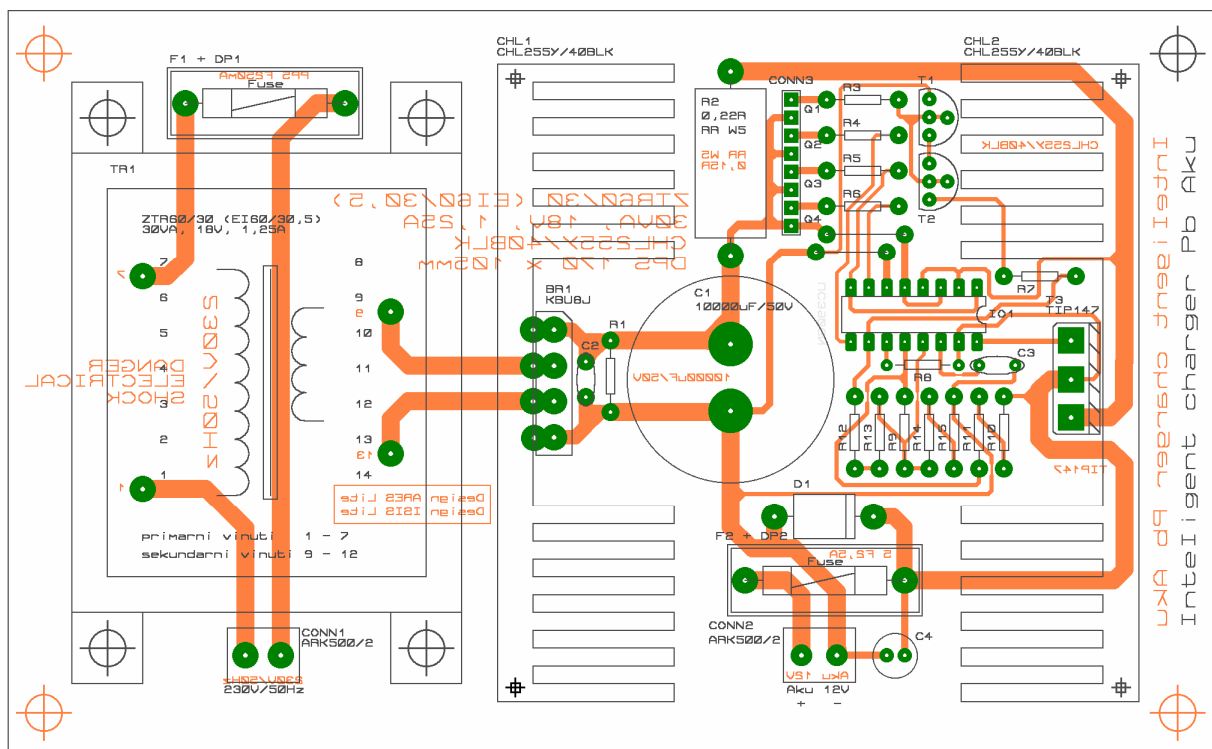


Fotografie sestaveného přístroje (různé pohledy)

Fotografie sestaveného přístroje (obr. 56. až 64.)



Osazení DPS (barevně) (obr. 65)



Doplňěk konstrukce – spínač ventilátoru

V případě, že by bylo nutné použít ventilátor, uvádím zde zapojení spínacího obvodu ventilátoru, které je připojeno k indikačním obvodů nabíječky.

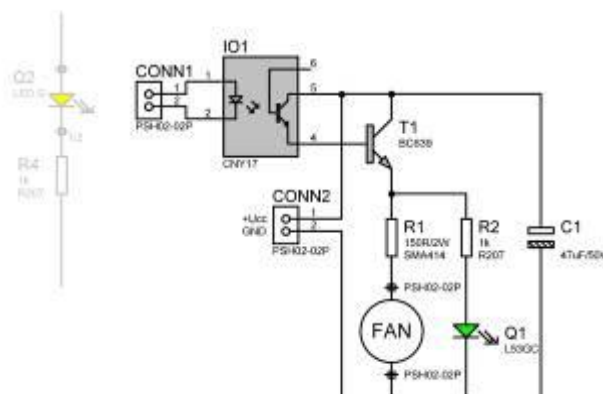
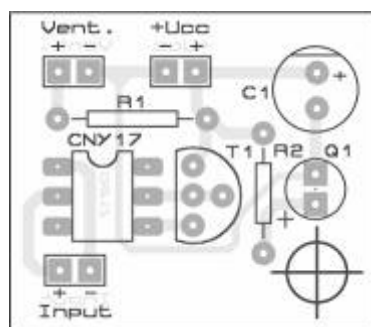
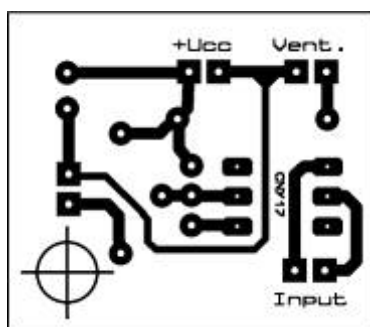


Schéma zapojení spínače ventilátoru (obr. 66.)

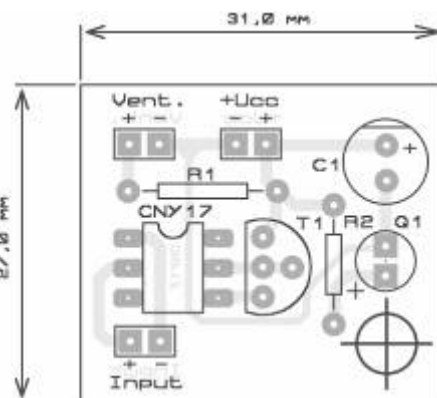
Na schématu je vyznačeno místo připojení, snímač je připojen paralelně k LED **Q2** (1/2). Ve snímači je použit optočlen **IO1** (CNY17), který má vyveden spínací vývody na tranzistor **T1**. Do série z ventilátorem je zapojen rezistor **R1** pro omezení otáček a snížení napětí na přípustnou mez ventilátoru. Na rezistoru **R1** vznikají malé ztráty, proto je použit výkonový typ SMA0414 (2W). Pro indikaci funkce obvodu je zapojena paralelně k ventilátoru LED **Q1**. Obvod je napájen přímo napájen ze zdroje nabíječky. Jediný požadavek je, aby napájecí napětí $+U_{CC}$ bylo rozmezí 9V – 27V ss. Odběr proudu je dán výkonem ventilátoru, běžné ventilátory odebírají proud od 100mA do 250mA. Pro větší proudy by bylo nutné nahradit tranzistor **T1** za výkonový typ (libovolný BD...). Celá konstrukce je na malé DPS o rozměrech 31x27mm.



osazení součástek (obr.67.)



návrh DPS (obr.68.)



rozměry DPS (obr.69)

Seznam součástek

R1	150Ω/2W	SMA0414
R2	1kΩ	R0207
C1	47µF/50V	ELRA
T1	BC639	TO92(b)
IO1	CNY17	DIL6
CONN1,2,3	PSH02-02P	
FAN	KDE1208-PTS3	
	(12V; 0,12A; 2300rpm)	

Výpočet parametrů

$$U_{AC} = 18V \sim \rightarrow U_{CC} = 25,5V \text{ ss.}$$

$$U_{AC} = 9V \sim \rightarrow U_{CC} = 12,8V \text{ ss.}$$

$$I_1 = 0,12A$$

$$U_{VENT.} = 9V \text{ (nižší otáčky, menší hluk)}$$

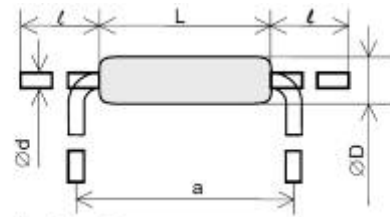
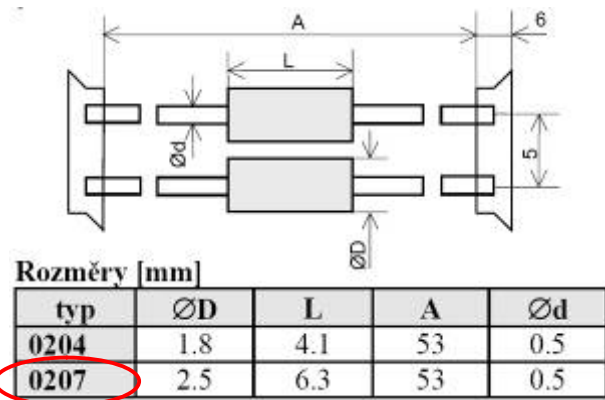
$$R1 = (U_{CC} - U_{VENT.}) / I_1 \rightarrow (25,5 - 9) / 0,12$$

$$R1 = 137,5\Omega \rightarrow \mathbf{150\Omega}$$

$$P_{R1} = (U_{CC} - U_{VENT.}) \times I_1$$

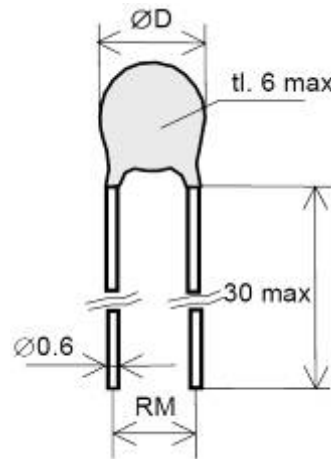
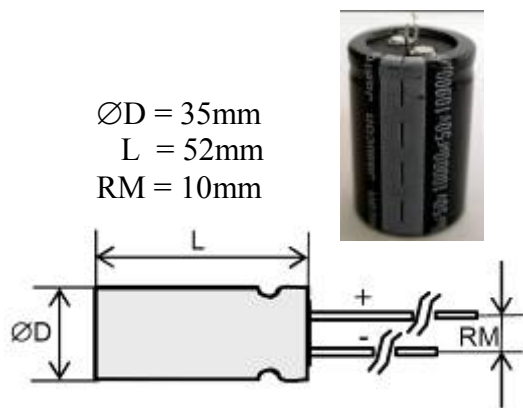
$$P_{R1} = \mathbf{2W} \text{ (SMA0414)}$$

Použité součástky + rozměry jednotlivých konstrukčních prvků



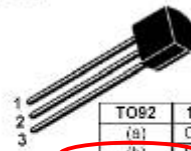
Rozměry [mm]					
typ	ØD	L	l	a	Ød
UR001	4.5	19	30±3	22.5	0.8
RRW5	7.5*	22	38±3	27.5	0.8
UR004	8.5	33	30±3	36.5	1.0
UR005	8.5	50	30±3	54	1.0
UR006	11.5	50	30±3	54	1.0

Poznámka: * □ 9.5 x 9.5mm



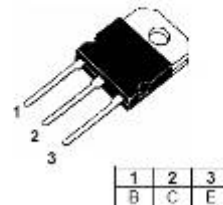
$\text{ØD} = 13\text{mm}$
 $RM = 10\text{mm}$

TO92



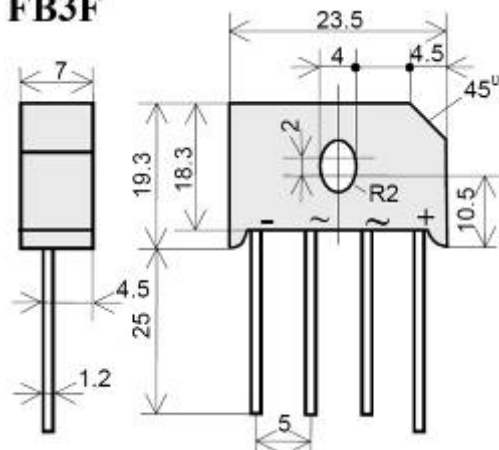
TO92	1	2	3
(a)	C	B	E
(b)	C	C	B
(c)	C	E	E
(d)	C	B	E
(f)	D	C	S
(g)	S	D	G
(h)	G	S	D
(i)	G	D	S

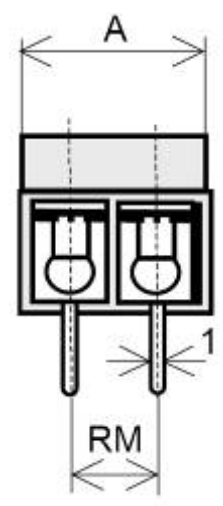
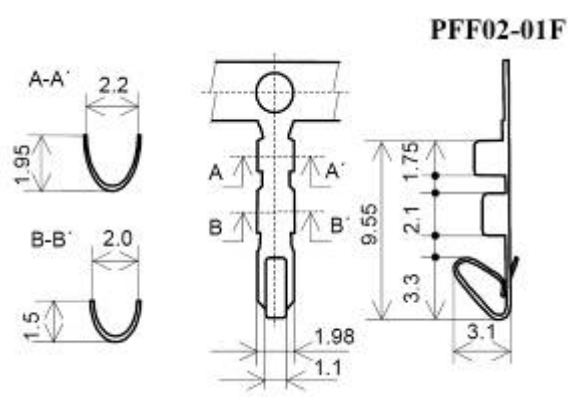
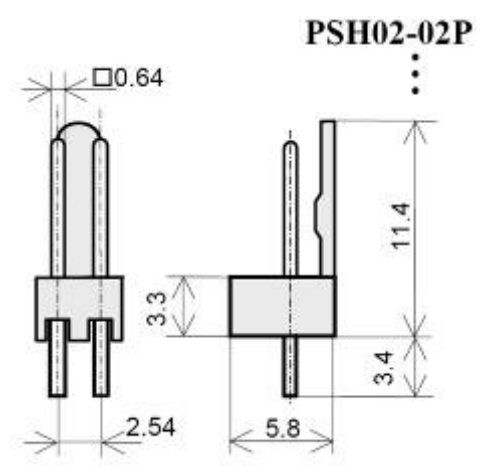
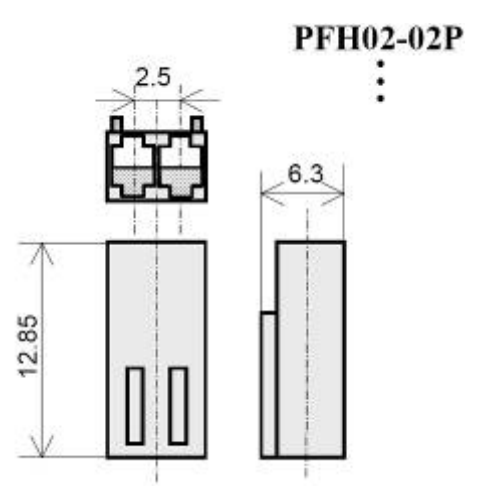
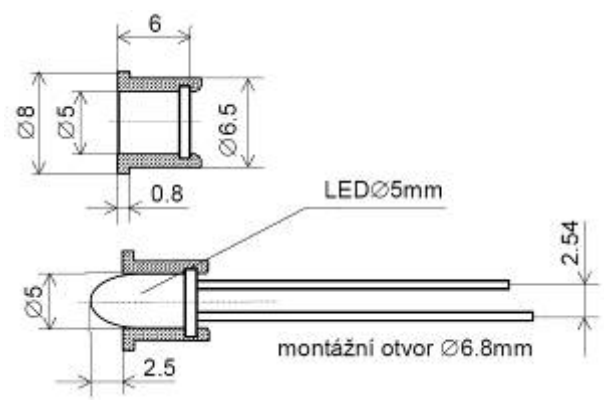
SOT93



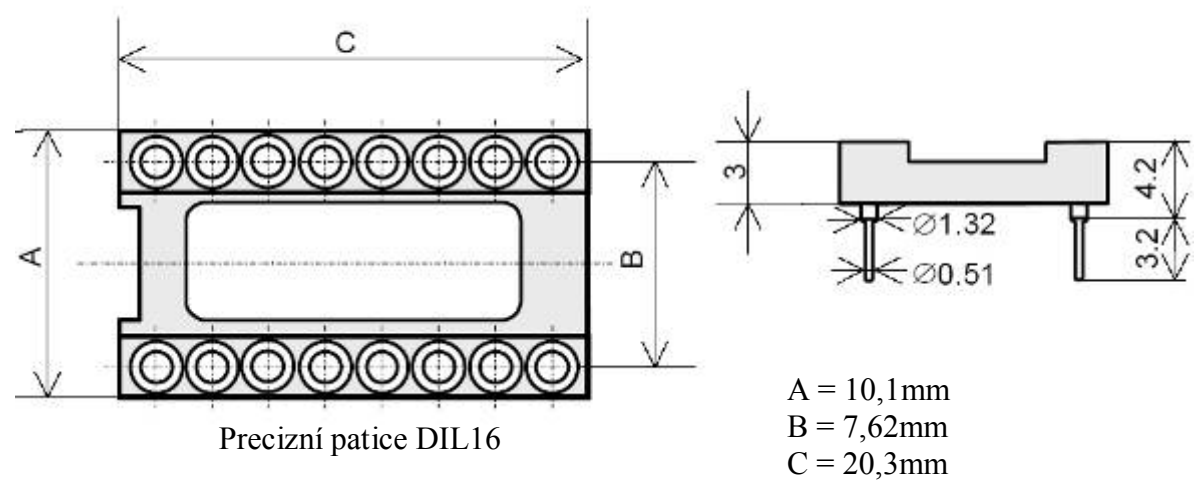
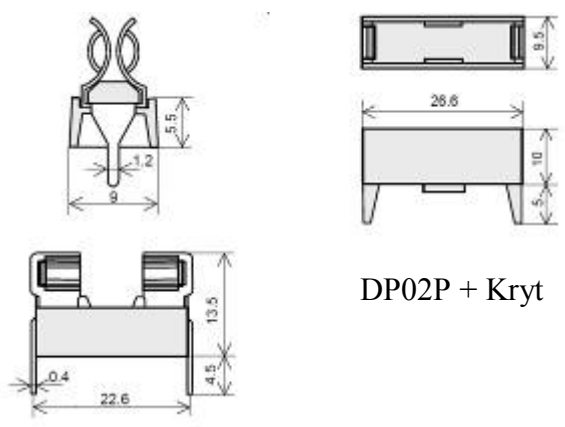
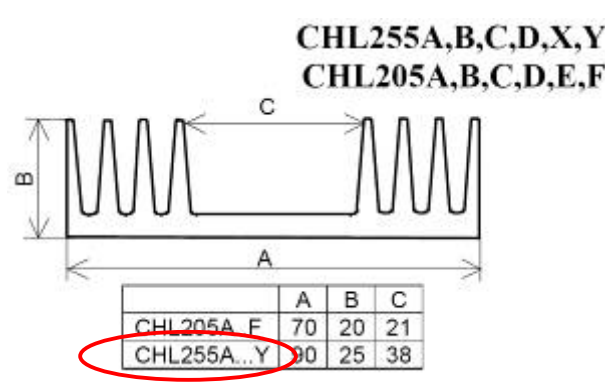
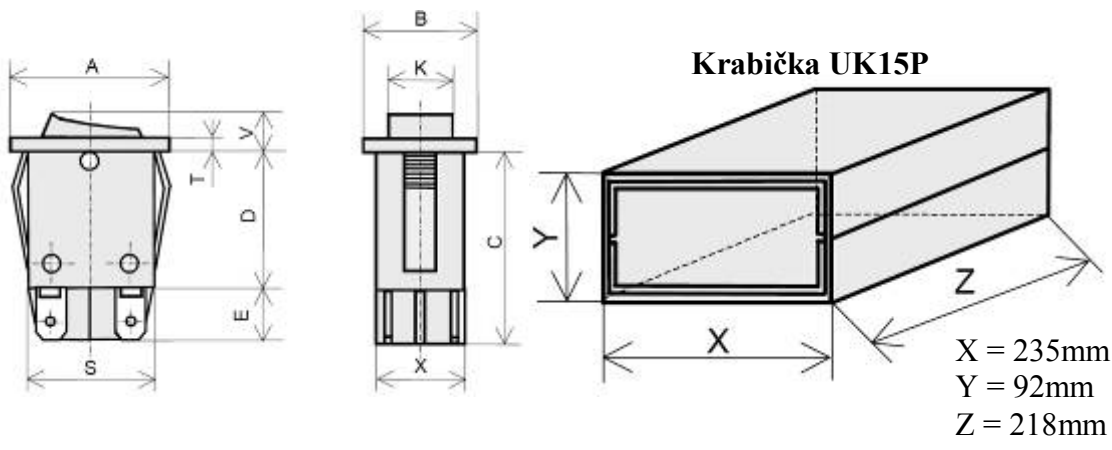
1	2	3
B	C	E

FB3F





A = 10mm
RM = 5mm



Obsah dokumentace

• Úvod; Parametry /Technické údaje; Popis konstrukce; DataSheet obvodu	1.
• Blokové schéma obvodu (Obr. 1.); Popis vývodů obvodu (Obr. 2.); Typické zapojení obvodu UC3906 (Obr. 3.)	2.
• Obvod UC3906 a jeho funkce; Základní parametry; Výpočet hodnot R_A , R_B , R_C , R_D , R_S , R_T a ostatních parametrů	3.
• Popis jednotlivých fází nabíjení; Fáze nabíjení akumulátoru (Tab. 1.)	4.
• Úrovně napětí charakterizující změny režimu (Tab. 2.); Křivky U a I v jednotlivých fázích (Obr. 4.); Popis konstrukce	5.
• Popis konstrukce; Typické hodnoty odporu R_2 (Tab. 3.)	6.
• Blokové schéma (obr.5.); Schéma zapojení nabíječky(Obr.6.); Sestavení nabíječky	7.
• Sestavení nabíječky; Význam jednotlivých LED (Tab. 4.); Návrh DPS (obr. 7.); Oživení přístroje	8.
• Návrh DPS (obr. 8.); Vrtací otvory (obr. 9.)	9.
• Závěr; Seznam součástek	10.
• Rozměry desky plošných spojů (obr. 10.); Návrh předního a zadního panelu (Obr. 11., 12.)	11.
• Indikace LED při jednotlivých fázích nabíjení akumulátoru (Tab. 5.); Schéma nabíječky (obr. 13.)	12.
• Osazení desky plošných spojů – 300dpi (obr. 14.)	13.
• Návrh desky plošných spojů – 300dpi (obr. 15.)	14.
• Vrtací otvory - 300dpi (obr. 16.) + popis	15.
• Fotogalerie konstrukčních prvků; krabice UK15 + součástky	16.
• Fotogalerie konstrukčních prvků; Ostatní konstrukční prvky	17.
• Použité součástky v konstrukci nabíječky (foto)	18.
• Fotografie DPS /Top, Botom/ (obr. 17. a 18.); Fotografie osazené DPS (obr. 19. až 27.)	19.
• Fotografie sestaveného přístroje (obr. 28. až 42.)	20.
• Fotografie sestaveného přístroje (obr. 43. až 56.)	21.
• Fotografie sestaveného přístroje (obr. 57. až 64.); Osazení DPS (obr. 65.)	22.
• Doplněk nabíječky – spínač ventilátoru (obr. 66. až 69.); seznam součástek; výpočet parametrů; návrh DPS + osazení DPS	23.
• Použité součástky + rozměry jednotlivých konstrukčních prvků	24.
• Použité součástky + rozměry jednotlivých konstrukčních prvků	25.
• Použité součástky + rozměry jednotlivých konstrukčních prvků	26.
• Použité součástky + rozměry jednotlivých konstrukčních prvků;	27.
Použitá literatura; Dodatky	
• Obsah dokumentace	28.

Autor konstrukce:

Michal Slánský

Na Orátě 420

783 61 Hlubočky

email michal.slansky@seznam.cz